

明 細 書

半導体レーザ及びその製法

技術分野

- [0001] 本発明は、基板の劈開面と平行でない劈開面を有する材料からなる半導体積層部を有する半導体レーザおよびその製法に関するものである。

背景技術

- [0002] 近年の光記録密度向上に伴い、読み取り用などに用いられる半導体レーザも短波長化が要求され、高密度DVDなどの用途には窒化物半導体レーザの開発が盛んに行われている。窒化物半導体レーザは、たとえば図6に示されるように、サファイア基板51上に、n型半導体層52、活性層54、p型半導体層53からなる半導体積層部59が形成されている。p型半導体層53は、電流狭窄のためストライプ状にエッチングされており、p型半導体層53の最上表面にp電極58が、他方n型半導体層52は、一部に露出面を有しており、露出面上にn電極57が形成されている。そして、半導体積層部59の積層面に垂直方向に共振器端面56が形成されている(特許文献1参照)。

特許文献1:特開平08-097502号公報(図3)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0003] 一般的に、半導体レーザは、電流注入により発生した光を共振器端面で反射を繰り返すことにより増幅した後、増幅光を主に共振器端面の一方から出射するものである。そして、半導体レーザの低閾値化および低動作電流駆動化のためには、共振器端面での光の吸収を極力減らすことが必要とされる。これを達成するために共振器端面は、一般的に半導体積層部に用いられる結晶材料の劈開面に沿った面が用いられる。しかしながら、窒化物半導体レーザでは、半導体積層部に用いる窒化物材料の劈開面方向に共振器端面を形成したとしてもレーザ発振が起こらない、またはレーザ発振が起こった場合であっても動作電流が大きくなるという問題がある。
- [0004] すなわち、窒化物半導体レーザ用の基板としては窒化物材料を成長するのに適したサファイア基板などが一般に用いられる。しかしながら、基板によっては、半導体積

層部を構成する窒化物材料の劈開面と平行でない劈開面を有するもの、また基板自体に劈開面が存在しないものもある。したがって、半導体積層部の劈開面で共振器端面を形成しようとしても劈開面が平行ではない基板の断面には多数のクラックが入ってしまう。そして、その基板に生じたクラックが半導体積層部の劈開面に伝播し、半導体積層部の劈開面も荒れてしまう結果となる。このように半導体積層部と基板が接している以上、クラックが伝播することを避けられず、半導体積層部に良好な劈開面を得ることができない。よって、共振器端面での光損失が増加し、増幅作用が十分に発揮されずレーザ発振が起こらない、または動作電流を増加させてしまうことになる。

[0005] 他方、別の共振器端面の形成方法としては、劈開面を用いて共振器端面を形成するのではなく、共振器端面形成箇所の半導体積層部をドライエッチングすることで人工的に共振器端面を得ることも試みられている。しかしながら、ドライエッチングを用いたとしても表面加工には限界があり、劈開面と同程度の面形状は得られない。さらに、ドライエッチング時にはプラズマ処理されることになるが、処理中にプラズマにより共振器端面がダメージを受けてしまい信頼性等の悪化に繋がる恐れもある。

[0006] 本発明は、このような問題を解決し、共振器端面での吸収損失が低減され、低動作電流駆動かつ高信頼性の半導体レーザを得ることを目的とするものである。また、本発明の他の目的は、上記低動作電流駆動かつ高信頼性の半導体レーザを得るための製法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の半導体レーザは、基板と、該基板上に設けられ該基板の劈開面と平行でない劈開面を有する材料からなり、活性層を含む半導体積層部と、共振器端面近傍で、前記基板と前記活性層との間に金属層部とを少なくとも有する。

[0008] ここで、基板の劈開面と平行でない劈開面を有する材料とは、基板と劈開面が平行な劈開面を有する材料以外の全ての材料のことを意味し、基板自体に劈開面を有しない場合には、半導体積層部が劈開面を有する材料であればどのような材料でもよいことを含んでいる。また、共振器端面近傍とは、レーザ光が出射される共振器端面を少なくとも含む意味であり、それ以外の領域にまで金属層部が形成されてもよい。

[0009] また、前記金属層部が半導体積層部を構成する原子を含むことが好ましい。この構

成によれば、活性層の結晶性を悪化させず、また製造工程を複雑化させることを防止できる。

[0010] 本発明の半導体レーザの製法は、基板上に該基板と劈開面が平行でない劈開面を有する材料からなり、活性層を含む半導体積層部を形成した後、前記半導体積層部の一部分を熔融して金属層部を形成し、その後該金属層の部分で劈開することにより共振器端面を形成することを特徴とする。

[0011] より具体的には、前記金属層部形成の際、半導体積層部の積層面と反対面である基板裏面からレーザ光を照射することにより熔融し金属層部を形成することを特徴とする。これにより簡便に半導体積層部を熔融することができ、製造工程を複雑化させることもない。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、共振器端面近傍で、基板と活性層との間に金属層部を有しているため、基板と活性層とが直接接していない。そのため、半導体積層部の劈開面に合わせて共振器端面を形成する際、基板上で生じたクラックが金属層部で吸収され、半導体積層部側に伝播せず活性層にクラックが発生しない。したがって、活性層の共振器端面を鏡面とすることができる。また、ドライエッチングなどにより人工的に加工した共振器端面よりも鏡面化することができる。よって、端面損失が低減でき低動作電流駆動の半導体レーザが得られる。

[0013] また、本発明の製法によれば、金属層部に合わせて劈開により共振器端面を形成するため、基板上で生じたクラックが金属層部で吸収され、半導体積層部に伝播しなくなり半導体積層部中にクラックが生じない。したがって、半導体積層部の共振器端面を鏡面とすることができる。さらに、半導体積層部形成後に半導体積層部の一部を熔融するため、すでに積層された半導体積層部は何ら影響を受けることもなく、良質の半導体積層部が得られる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1は、本発明の実施形態に係る半導体レーザの斜視図である。

[図2]図1の半導体レーザの共振器端面と垂直方向の断面図である。

[図3]図3A～3Cは、図1の半導体レーザの共振器端面を見た図、及び他の実施形

態に係る共振器端面を見た図である。

[図4]図4A〜4Cは、本発明の半導体レーザの製造工程を示す図であり、共振器端面と垂直な断面図で表した図である。

[図5]図5は、本発明の実施例に係る半導体レーザの共振器端面を見た図である。

[図6]従来の半導体レーザを説明する斜視図である。

符号の説明

- [0015] 1 基板
 4 活性層
 5 金属層部
 6 共振器端面
 9 半導体積層部

発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下では、本発明の実施の形態を、添付図面を参照して説明する。

[0017] 本発明の半導体レーザは、たとえば図1に示されるように、基板1と、基板1上に基板1の劈開面と平行でない劈開面を有する窒化物材料からなり、活性層5を含む半導体積層部9が積層されており、レーザ光が出射される共振器端面6が形成されている。そして、共振器端面6近傍で、基板1と活性層4との間に金属層部5を有している。

[0018] 金属層部5は、共振器端面6近傍で、基板1と活性層4との間に位置しており、劈開をする際、基板1から生じたクラックをその上方の積層された半導体積層部、特に活性層4に到達するのを防ぐ働きを有するものである。ここで共振器端面6近傍とは、レーザ光が出射される端面部分を少なくとも含む意味であり、それ以外の領域にまで金属層部5が形成されてもよい。

[0019] この金属層部5を挿入することで、基板1と活性層4とが直接接していないことになる。したがって、図1の半導体レーザの共振器端面側を見た図が図3Aに示されているように、半導体積層部9の劈開面を共振器端面6とする際、基板との劈開面の相違によって生じたクラック11が、金属層部5の存在により上方の半導体積層部9中に伝播していない。そのため、半導体積層部9にクラック11は生じなくなり、半導体積層部9

、特に活性層4を鏡面とすることができ、共振器端面6での吸収損失を抑えることができる。また、ドライエッチングなど人工的に加工した端面よりも鏡面化でき、端面損失が低減でき低動作電流駆動の半導体レーザが得られる。

[0020] 金属層部5のレーザ共振器方向および半導体積層部9の積層方向と垂直方向に関する幅Tは、図3Aに示される例ではチップ幅Cと同じであるが、たとえば図3Bに示されるように、金属層部5の幅Tがチップ幅Cよりも小さくてもよいが、電流注入領域を規定するメサストライプ部のストライプ幅S以上あることが好ましい。すなわち、活性層4のうち光密度が高い領域にクラック11が伝播しなければ、共振器端面での吸収損失はほとんどない。そして、その光密度が高い領域はストライプ幅Sとほぼ同じであり、金属層部5の幅Tは、それ以上の幅を有していれば、必然的に吸収損失は低減するからである。

[0021] さらに、図1、図3Aおよび図3Bに示される例では、金属層部5は基板と接する半導体積層部9の一部が金属層部5となっているが、必ずしも基板1と接する必要はなく、たとえば図3Cに示されるように、活性層4までの間にある層のいずれの位置に形成してもよい。

[0022] 好ましくは、金属層部5が半導体積層部9を構成する原子を含んでいることが好ましい。この構成によれば、活性層4の結晶性を悪化させにくく、また製造工程が容易になるからである。すなわち、半導体積層部9を構成する原子を含む場合には、半導体積層部9を成長後に半導体積層部9の一部を溶融することで金属層部5を形成できる。したがって、半導体積層部9の結晶性に何ら影響を及ぼさず、良質の半導体積層部9を維持することができる。また、後述するように半導体積層部9の一部を基板1の裏面から溶融するプロセスを追加するだけで、半導体積層部9を構成する原子を含む金属層部5を形成でき、製造工程の複雑化を招かない。具体的には、半導体積層部9が $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ 系化合物材料からなる場合には、Ga、Al、Inまたはこれらの合金が金属層部5となり、その他の材料を用いる場合も同様に考えることができる。なお、上述のように半導体積層部9の成長後に形成されることが好ましいがそれに限定されない。

[0023] また、図1の共振器端面と垂直方向の断面図が図2に示されるように、金属層部5は

共振器端面6から内部方向へ形成されているが、その両共振器端面6から半導体レーザの内部方向への合計の長さ $W(=W1+W2)$ は共振器長 L の半分以下であることが好ましい。というのも、 W を大きくすると基板1と半導体積層部9との界面での密着面積が低下する。そして、 W が共振器長 L の半分以上となると、パッケージ化プロセス等において、基板1が剥離してしまう確率が急激に大きくなるからである。一方、幅 $W(=W1+W2)$ は、後述するように、劈開の精度以上の幅を有することが、確実に劈開面に金属層部5が形成できる点で好ましい。

[0024] 基板1は、たとえばc面を主面とするサファイア基板が用いられるが、これに限定されず、他の面を主面とするサファイア基板であってもよい。また、基板1は、絶縁基板でもp型でもn型でもよく、また材料もサファイアに限られず、炭化珪素(SiC)基板その他のものでもよい。さらに、後述するように裏面からYAGレーザなどによって光が照射されるため、照射用レーザ13から発せられた光を吸収しない材料であることが好ましい。

[0025] 半導体積層部9は、基板1の劈開面と平行でない劈開面を有する材料で、活性層4を有し、基板1上に形成される。なお、半導体積層部9の材料系は限定されないが、窒化物材料の場合には、特に基板1の劈開面と平行でない劈開面を有する材料という要件を満たしやすい。窒化物材料とは、 $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$) の一般式で表される窒化物材料をいう。たとえば、c面を主面とするサファイア基板を用いてGaNを含む半導体積層部9を形成し、共振器端面を形成する場合、GaNの劈開面は一般にM面であるのに対して、c面サファイア基板の劈開面もM面であるが、これらは平行な関係にはない。また、(0112)面を主面とするサファイア基板を用いた場合には、基板の劈開面はR面であるが、GaNの劈開面であるM面とは平行ではない。したがって、このような関係にあるものは全て本発明の範囲に含まれることになる。なお、基板と劈開面が平行でない劈開面を有する材料には、基板と劈開面が平行な劈開面を有する材料以外の全ての材料のことを意味し、基板自体に劈開面を有しない場合には、劈開面を有する材料であればどのような材料でもよいことを含んでいる。すなわち、劈開面を有さず裂開面を有するような基板を用いる場合には、半導体積層部9をどのような材料を用いたとしても本発明の範囲内となる。また、

活性層4を挟むように第1導電型半導体層2と第2導電型半導体層3とが形成され、ダブルヘテロ接合とすることが発光効率を向上させる点で好ましい。

[0026] 活性層4は、バルク構造によるもの、あるいは単一量子井戸や多重量子井戸など構造などその種類は問わない。量子井戸構造を採用する場合には、井戸層にはバンドギャップの小さい層、障壁層にはバンドギャップの大きい層を用いることになり、たとえば、井戸層にはInGa_xN_{1-x}層、障壁層にはGa_yN_{1-y}層などが用いられる。

[0027] 第1導電型半導体層2とは、n型またはp型で、単層であっても多層であってもよく、膜厚も要求の応じて適宜調整される。たとえば、図5に示される実施例では、n型Ga_xN_{1-x}コンタクト層2a、n型Al_xGa_{1-x-y}Nクラッド層2b、n型Ga_yNガイド層2cとからなる3層構造としているが、それぞれの層は必ずしも必要でないし、またコンタクト層やクラッド層の両機能を発揮する単層とすることもできる。また、超格子構造を有するものであってもよいし、他の働きを持つ層をさらに有していてもよい。

[0028] また、第1導電型半導体層2と基板1の間にバッファ層12が挿入されていてもよい。バッファ層12は、基板と第1導電型半導体層2の格子不整合などを緩和する役割などがあり、Al_xGa_yIn_{1-x-y}Nからなる材料であることが好ましいが、これに限定されない。

[0029] 第2導電型半導体層3とは、第1導電型半導体層2と逆の導電型で、単層であっても多層であってもよく、膜厚も要求に応じて適宜調整される。たとえば、図5に示される実施例では、p型Al_xGa_{1-x-y}N電子バリア層3a、p型Ga_yNガイド層3b、p型Al_xGa_{1-x-y}Nクラッド層3c、p型Ga_yNコンタクト層3dとからなる4層構造としているが、コンタクト層やクラッド層の両機能を発揮する単層であってもよい。また、超格子構造を有するものであってもよいし、他の働きを持つ層をさらに有していてもよい。また、p型半導体層は積層しただけでは不活性化が多いため、たとえば、半導体積層部9のうちp型となっている半導体層をアニールなどにより活性化させることが好ましい。アニールする場合、SiO₂やSi₃N₄などの保護膜を第2導電型半導体層4表面全面に設けて行ってもよいし、保護膜を設けることなく行ってもよい。また、アニール条件も適宜活性化できるような必要な条件で行えばよい。なお、アニール以外の方法で活性化させてもよいし、特に活性化させる必要がない場合には省略することも可能である。

[0030] 前述の活性層4、第1導電型半導体層2および第2導電型半導体層3の各層をn型

に形成するためには、MOCVD法において、Se、Si、Ge、Teを H_2Se 、 SiH_4 、 GeH_4 、 TeH_4 などの不純物原料ガスとして反応ガス内に混入すれば得られる。p型にするためには、MgやZnを EtCp_2Mg やDMZnの有機金属ガスとして原料ガスに混入する。ただしn型の場合は不純物を混入しなくても、成膜時にNが蒸発し易く自然にn型になるため、その性質を利用してもよい。

[0031] また、図1～図3に示される例では、第1導電型半導体層2のうち、一部露出させた面上に第1電極7が形成されており、ストライプ状に形成された第2導電型半導体層3の最上表面に第2電極8が形成されている。なお、ストライプ状メサエッチングおよび第1導電型層2の露出面の形成は、たとえば Cl_2 および BCl_3 の混合ガスの雰囲気の下で反応性イオンエッチングなどのドライエッチングなどにより行われる。

[0032] 第1電極7は第1導電型半導体層2の露出面上に、第2電極8は第2導電性半導体層3上に、電氣的に接続されている。たとえば、各電極と接する層がn型の場合には、Ti/Al、Ti/Auなどからなり、p型の場合には、Pd/Au、Ni/Auなどからなるが、これらに限定されることはない。図5に示される実施例では、第1電極7は第1導電型半導体層2の露出面であるn型GaNからなるコンタクト層2a上にTi/Alにより、第2電極8は第2導電型半導体層3の最表面のp型GaNからなるコンタクト層3d上にPd/Auにより形成されている。

[0033] つぎに、本発明の製法について、図4A～4Bを参照しながら説明する。図4A～4Cは、本発明の製造工程を示す共振器端面と垂直方向から見た断面図である。本発明の製法は、基板1上に劈開面の異なる材料からなり活性層4を有する半導体積層部9を形成した後、半導体積層部9の一部分を融解し金属層部5を形成し、その後、金属層部5を分断するように劈開し、共振器端面6を形成する製法である。なお、説明が重複するものに関しては、前述と同様であるためここでの説明を省略する。

[0034] まず、図4Aに示されるように、基板1上に基板1の劈開面と平行でない劈開面を有する材料からなり、活性層4を有する半導体積層部9を形成する。これらは、たとえばMOCVD法などを用いて成長されるが、MBE法であってもよいし他の成長方法であってもよい。また、半導体積層部9形成後、アニール処理を行ったり、ストライプエッチング、メサエッチング、電極形成、基板裏面のラッピングなどを適宜行う。

- [0035] 次いで、図4Bに示されるように、前記基板1と活性層4との間に位置する前記半導体積層部9の一部分を融解する。溶融は、照射用レーザを用いることなどが考えられ、溶融領域の厚さの調整は、後述するようにレーザの出力、照射時間等を調整し適宜行うことができる。図4Bに示される例では、半導体積層部9の一部をYAGレーザやエキシマレーザなどの照射用レーザ13により溶融する。この場合、半導体積層部9の一部を溶融できるだけの出力を有するものである必要であり、また、基板1の裏面から照射することが、半導体積層部9のダメージを軽減する点で望ましい。さらに、照射用レーザ13は、基板吸収を避けるため、基板1のバンドギャップに対応する波長よりも長波長のものを使用することが望ましい。さらに、半導体積層部9のうち、溶融したい層を構成する材料よりもバンドギャップに対応する波長よりも短波長のものを使用するほうが、確実に所望の層を溶融できる点で好ましい。また、活性層のバンドギャップに相当する波長より長波長であれば、活性層への影響は全く生じない。
- [0036] たとえば、Ga_xN_yからなる層を溶融する場合には、YAGレーザもエキシマレーザも用いることができるが、Al_xGa_yN層を溶融する場合には、YAGレーザの光は、Al_xGa_yN層で吸収されないため、Al_xGa_yN層は溶融できない。したがって、その場合には、エキシマレーザなどAl_xGa_yN層よりも波長の短いレーザを用いる必要がある。逆に、基板側にGa_xN_y層を用い、活性層側にAl_xGa_yN層を用いて、YAGレーザを用いれば、活性層側には影響を与えることなく金属層部を基板側のみに形成することができる。
- [0037] その後、図4Cに示されるように、溶融された金属層部5に沿ってレーザスクライブやダイヤモンドスクライブなどを用いて劈開することによりレーザ光が出射される共振器端面6を形成する。このとき、金属層部5の幅 $W (=W1 + W2)$ は共振器長 L の半分以下であることが好ましい。というのも、 W を大きくすると基板と半導体積層部との界面での密着面積が低下する、そして、 W が共振器長 L の半分以上となると、パッケージ化プロセス等において、基板が剥離してしまう確率が急激に大きくなるからである。一方、幅 $W (=W1 + W2)$ は、図4Cに示されるように、スクライブする際、スクライブの精度以上の幅(およそ $10 \mu m$)を有しなければ、スクライブずれを生じ確実に共振器端面6に金属層部5が形成できないことも生じる。したがって、 W は、 $10 \mu m$ 以上で共振器長 L の半分以下であることが特に好ましい。

実施例

[0038] 図5は、以下の実施例で作製した半導体レーザの共振器端面方向から見た図である。サファイア基板1に、MOCVD法により、TMG、TMA、TMI、NH₃を原料として、たとえばn型のGaNからなるバッファ層12を0.01〜0.2 μ m程度成長し、700〜1200°C程度に温度をあげ、第1導電型半導体層2である、同じ組成であるn型のGaNからなるコンタクト層2aを0.01〜10 μ m程度、n型のAl_xGa_yN(たとえば、x=0.10、x+y=1)からなるクラッド層2bを0.01〜2 μ m程度、n型のGaNからなるガイド層2cを0.01〜0.3 μ m程度成長する。つぎに、ノンドープまたはn型もしくはp型のIn_{1-y}Ga_yN(たとえば、y=0.9、x=0)からなる井戸層とGaNからなる障壁層とからなる活性層4を合計0.001〜0.2 μ m程度の厚さに成長させる。ついで、第1導電型半導体層3である、p型のAl_xGa_yN(たとえば、x=0.20、x+y=1)からなる電子バリア層3aを0.01〜0.3 μ m程度、p型のGaNからなるガイド層3bを0.01〜0.3 μ m程度、p型のAl_xGa_yN(たとえば、x=0.10、x+y=1)からなるクラッド層3c、を0.01〜2 μ m程度、さらにp型のGaNからなるコンタクト層3dを0.05〜2 μ mの厚さ成長する。

[0039] そののちSiO₂保護膜をコンタクト層3d表面全面に設け、400〜800°C、20〜60分間程度のアニールを行う。アニールが完了すると、レジスト膜などのマスクを設けてp型のクラッド層3cが露出するまでCl₂およびBCl₃の混合ガスの雰囲気の下で反応性イオンエッチング(ドライエッチング)を行いストライプ状にエッチングする。ついで、ストライプ部にレジスト膜などでマスクを設けて、n型のコンタクト層2aが露出するまで再度、ドライエッチングを行い、メサエッチングする。ついで、Pd、Auなどの金属膜をスパッタリングや蒸着などにより形成し、p型のコンタクト層3d上に第2電極8、露出したn型のコンタクト層2aに、Ti、Alなどの金属膜をスパッタリングや蒸着などにより形成し第1電極7を形成する。

その後、基板1の裏面側をラッピングすることにより、基板1を薄くする。その後、基板1の裏面からYAGレーザを用いて、GaNからなるバッファ層12を融解し、Gaからなる金属層部5を形成する。そして、融解された金属層部5に沿ってダイヤモンドを用いてスクライブすることで劈開し共振器端面6を形成し、共振器端面6にスパッタなどに

より図示しない保護膜を設ける。最後に、出射方向と平行方向の共振器方向もスクライプしチップ化し半導体レーザが形成される。

- [0040] なお、図5に示される実施例では、GaN低温バッファ層12をYAGレーザ11を用いて溶融させ、その低温バッファ層12の構成金属であるGaが金属層部5となっているが既に説明した通りこの構成に限定されない。たとえばコンタクト層2aの一部まで金属層部5を形成してもよいし、活性層4までの間にある層のいずれを溶融して金属層部5を形成してもよい。また、GaNだけでなく、InGaN系化合物やAlGaIn系化合物などからなる層が形成されている場合には、金属層部5はGaに限られず、InとGaやAlとGaの合金であってもよい。

産業上の利用可能性

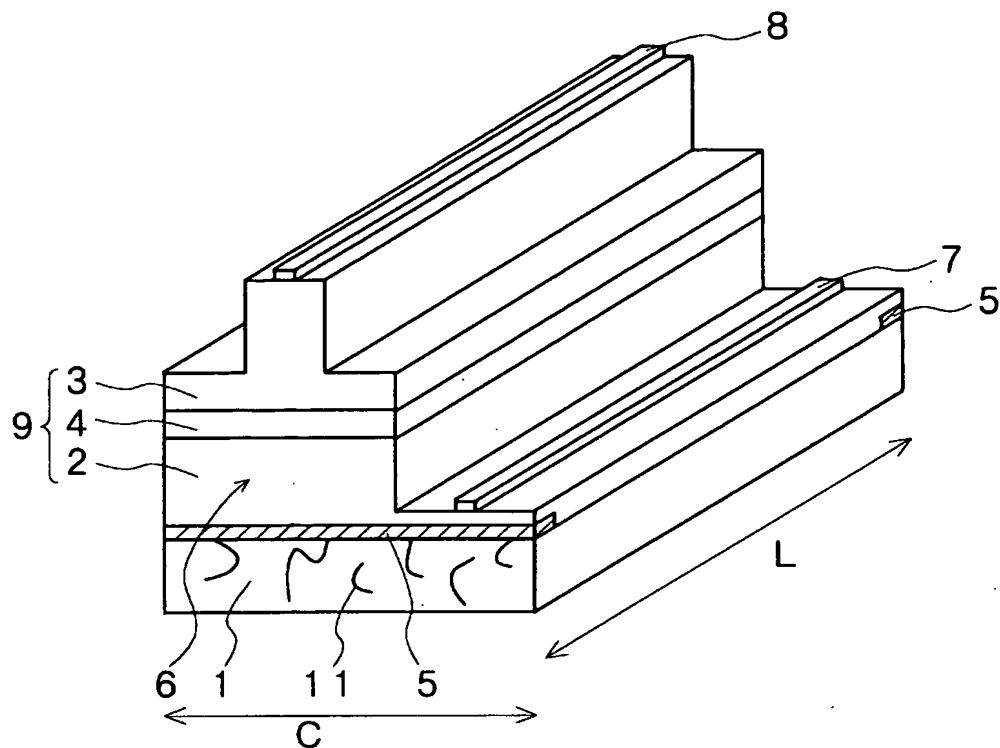
- [0041] 本発明は、窒化物半導体を用いる青色系など短波長の半導体レーザのように、基板と積層する半導体層との劈開面が平行でない場合にも高特性の半導体レーザが得られることにより、CD、DVD、DVD-ROM、CD-R/RWなどのピックアップ用光源などに用いることができる。

請求の範囲

- [1] 基板と、該基板上に設けられ該基板の劈開面と平行でない劈開面を有する材料からなり、活性層を含む半導体積層部と、共振器端面近傍で、前記基板と前記活性層との間に金属層部とを少なくとも有する半導体レーザ。
- [2] 前記金属層部が半導体積層部を構成する原子を含むことを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ。
- [3] 前記金属層部が、発光させるストライプ幅よりも広く、かつ、半導体チップの幅よりは狭く形成されてなる請求項1記載の半導体レーザ。
- [4] 前記金属層部が、前記基板と接する半導体積層部に形成されてなる請求項1記載の半導体レーザ。
- [5] 基板上に該基板と劈開面が平行でない劈開面を有する材料からなり、活性層を含む半導体積層部を形成した後、前記半導体積層部の一部分を溶融し金属層部を形成し、その後該金属層部に沿って劈開することにより共振器端面を形成することを特徴とする半導体レーザの製法。
- [6] 前記金属層部形成の際、半導体積層部の積層面と反対面である基板裏面からレーザ光を照射することにより溶融し金属層部を形成することを特徴とする請求項5記載の半導体レーザの製法。
- [7] 前記レーザ光の波長を、活性層のバンドギャップに対応する波長より長波長で、かつ、溶融する半導体層のバンドギャップに対応する波長よりも短波長に設定する請求項5記載の半導体レーザの製法。

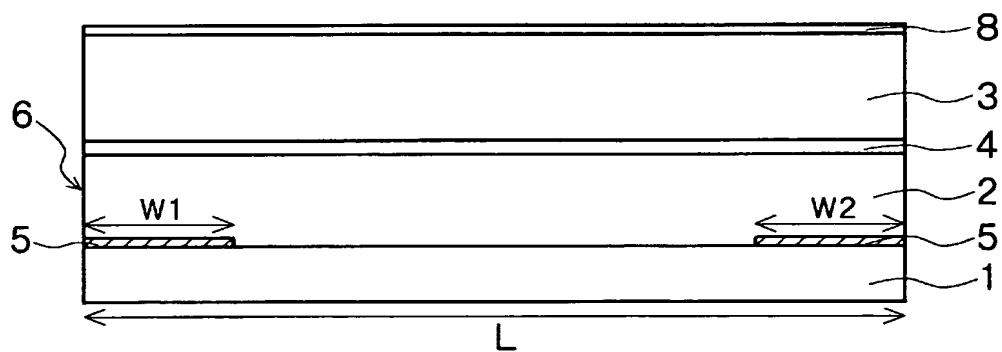
[図1]

FIG. 1



[図2]

FIG. 2



[図3]

FIG. 3A

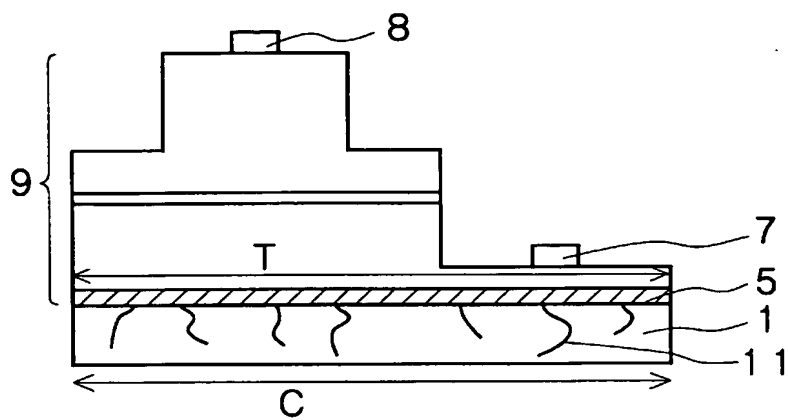


FIG. 3B

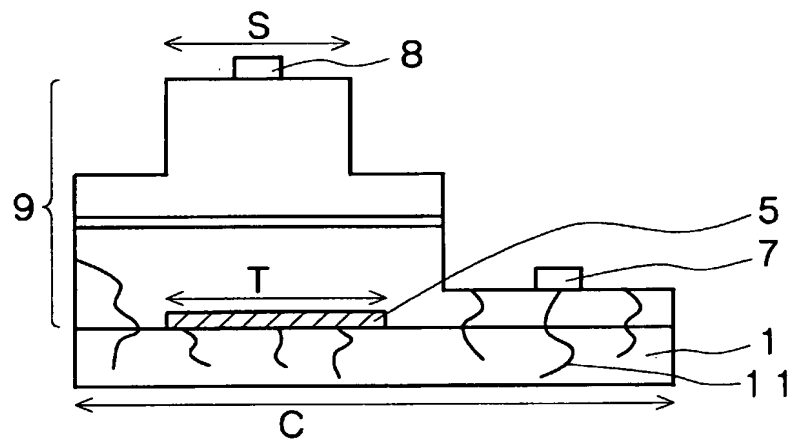
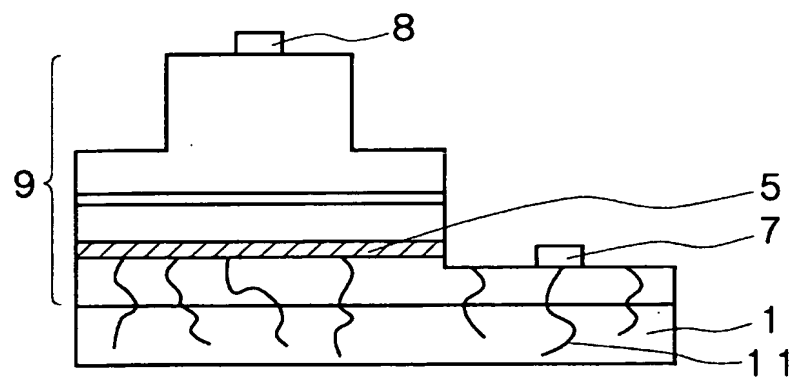


FIG. 3C



[図4]

FIG. 4A

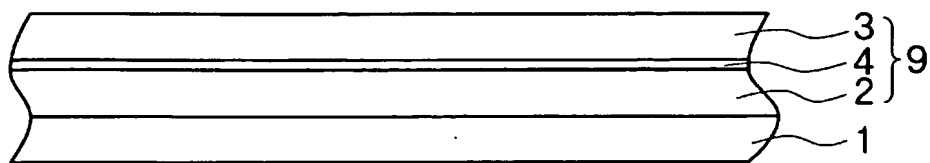


FIG. 4B

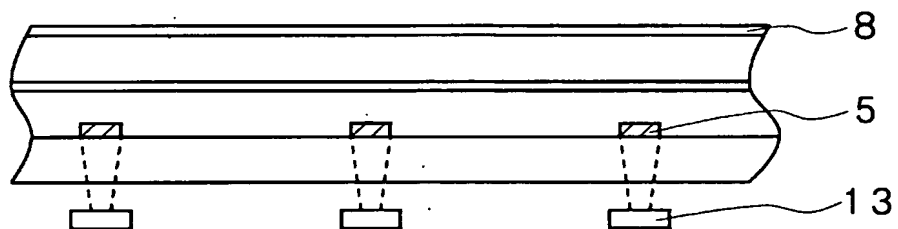
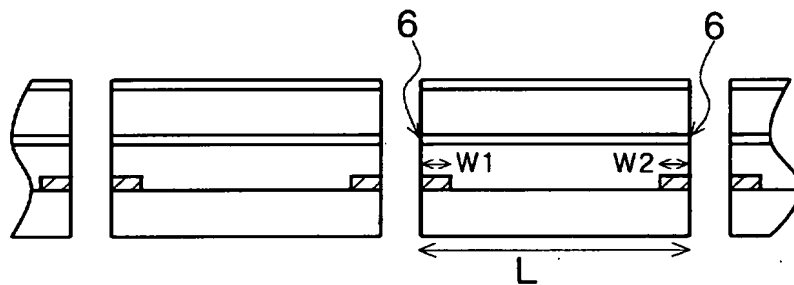
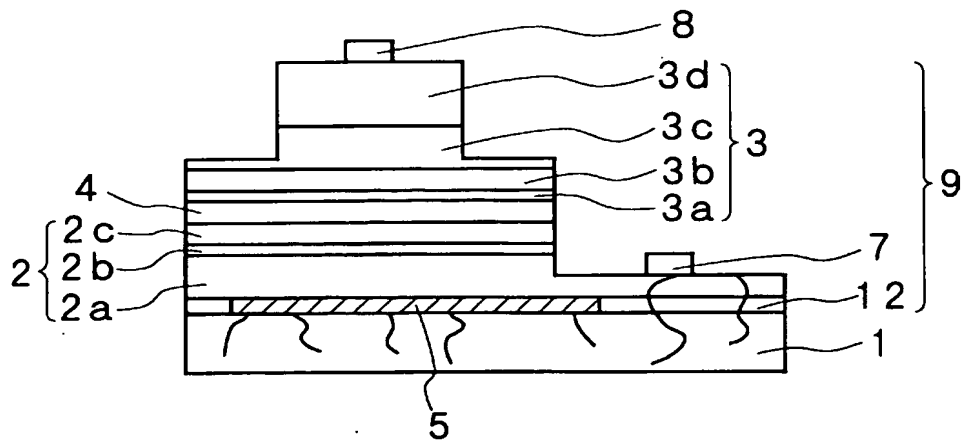


FIG. 4C



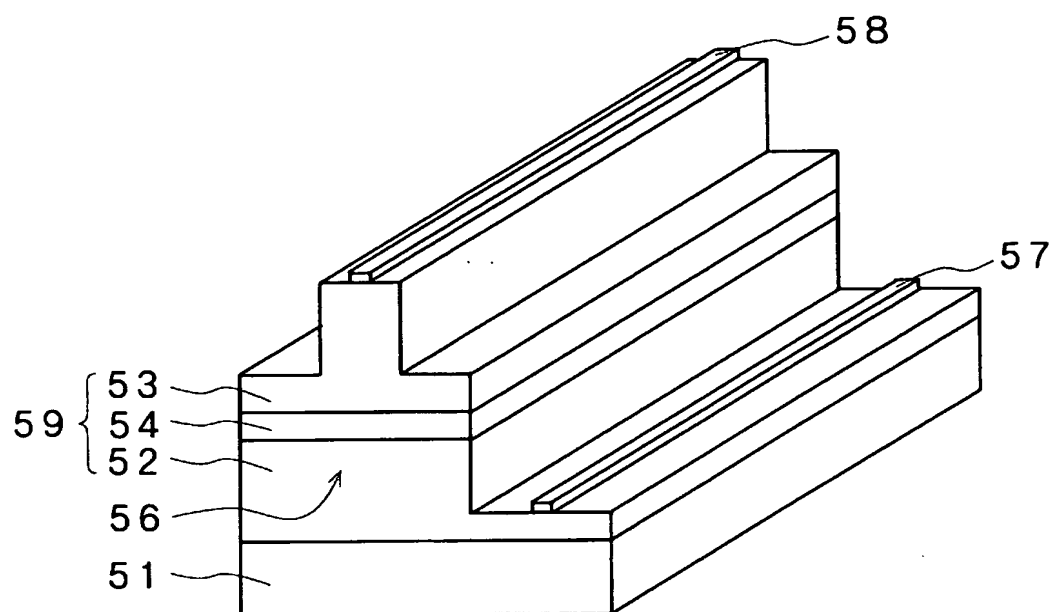
[図5]

FIG. 5



[図6]

FIG. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/016872

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01S5/02, H01S5/323

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01S5/00-5/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2000-244068 A (Pioneer Electronic Corp.), 08 September, 2000 (08.09.00), Par. Nos. [0015] to [0047]; Fig. 14 & EP 1014520 A1 & US 6411636 B1	1-6 7
Y	JP 2001-284732 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 12 October, 2001 (12.10.01), Full text; Figs. 1, 2 & EP 1139527 A3 & EP 1143584 A3 & EP 1146617 A3 & US 2001/0026573 A1 & US 2001/0030983 A1 & US 2001/0033590 A1 & JP 2001-284706 A & JP 2001-284729 A & JP 2001-345513 A	7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 February, 2005 (03.02.05)

Date of mailing of the international search report
15 February, 2005 (15.02.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01S5/02, H01S5/323

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01S5/00-5/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 2000-244068 A (パイオニア株式会社) 2000.09.08, 【0015】-【0047】, 図14 &	1-6
Y	EP 1014520 A1 & US 6411636 B1	7
Y	J P 2001-284732 A (松下電器産業株式会社) 2001.10.12, 全文, 図1, 図2 & EP 11395 27 A3 & EP 1143584 A3 & EP 114 6617 A3 & US 2001/0026573 A1 & US 2001/0030983 A1 & US 2001/0 033590 A1 & J P 2001-284706 A &	7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03.02.2005

国際調査報告の発送日

15.2.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

土屋 知久

2K

3412

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

